

II Всеукраїнська науково-практична конференція “Актуальні проблеми хімії та хімічної технології”, 21 – 23 листопада 2016 р.

## **Морфологія і магнітні характеристики покриттів тернарними сплавами заліза і кобальту з молібденом і вольфрамом**

**Ірина Єрмоленко\*, Марина Ведь, Микола Сахненко**

*Національний технічний університет  
"Харківський політехнічний інститут"  
[ntu\\_hpi16@ukr.net](mailto:hpi16@ukr.net)*

**Вступ.** Сталий розвиток сучасної промисловості передбачає використання матеріалів з підвищеними експлуатаційними характеристиками, що висуває на перший план питання удосконалення та розробки нових технологій синтезу багатофункціональних систем. На думку багатьох дослідників [1], перспективним є електрохімічний синтез покриттів сплавами металів тріади заліза з тугоплавкими компонентами, оскільки надає можливість поєднання властивостей, притаманних сплавотвірним компонентам. Більшість авторів, роботи яких присвячено формуванню бінарних сплавів заліза та кобальту з  $d^{4,5}$ -елементами, відмічають синергійний ефект, що виявляється в реалізації підвищених експлуатаційних характеристик покриттів порівняно з індивідуальними компонентами [2, 3].

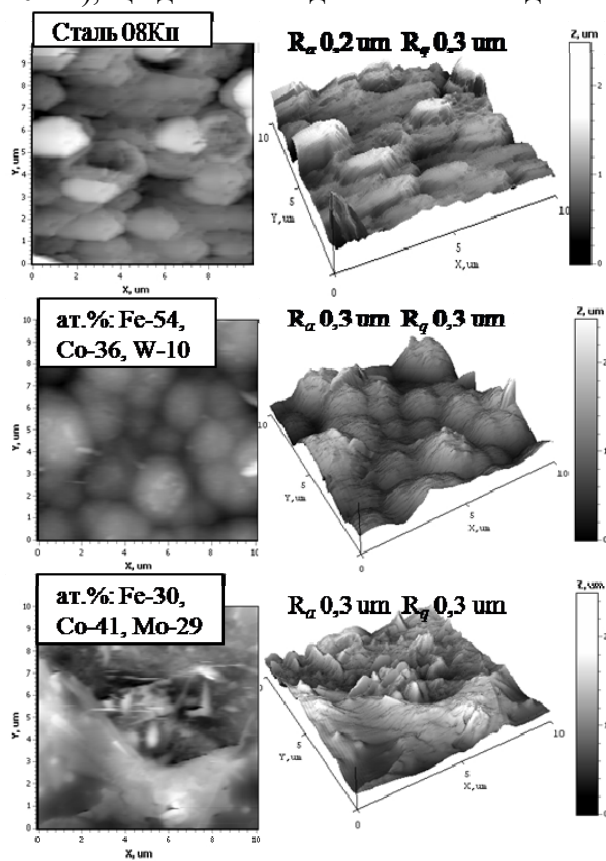
В роботі обговорюються особливості одержання покриттів Fe–Co–W і Fe–Co–Mo, результати аналізу їх кількісного складу та функціональних властивостей.

**Матеріали і методи.** Покриття Fe–Co–W і Fe–Co–Mo формували на сталевому (08Кп) носії з цитратного електроліту на основі Fe(III) (pH 3,3–4,6) уніполярним імпульсним струмом з амплітудою 3–6 А/дм<sup>2</sup> в діапазоні тривалості імпульсу  $t_i$   $1 \cdot 10^{-2}$ – $2 \cdot 10^{-2}$  с і паузи  $t_p$   $1 \cdot 10^{-2}$ – $5 \cdot 10^{-2}$  с. Підготовку зразків здійснювали за стандартною методикою. Елементний склад і морфологію покриттів визначали методом EDX-спектроскопії. Топографію поверхні досліджували за допомогою ACM-сканування контактним методом з використанням зонду CSC-37. Магнітні властивості покриттів визначали за допомогою магнітометра з вібруючим зразком у полях до 20 кЕ.

**Результати.** В режимі імпульсного електролізу одержані покриття сплавами Fe–Co–W і Fe–Co–Mo з широким діапазоном вмісту тугоплавкого компоненту 8–28 ат.% і виходом за струмом 65–80%. За даними EDX-спектроскопії покриття Fe–Co–W характеризуються більш рівномірним розподілом елементів по поверхні, ніж Fe–Co–Mo. Порівняння результатів ACM-сканування поверхні підкладки і гальванічних сплавів свідчить про розвинення поверхні останніх (рис. 1). Покриття Fe–Co–W характеризуються глобулярною структурою, причому зерна розміром 2,5–3,0 мкм формуються з менших (0,2–0,5 мкм) сфероїдів. На поверхні Fe–Co–Mo візуалізуються ділянки

II Всеукраїнська науково-практична конференція “Актуальні проблеми хімії та хімічної технології”, 21 – 23 листопада 2016 р.

різної морфології, зокрема гексагональна кристалічна ґратка, типична для кобальту, з достатньо гострими виступами. Розмір кристалітів коливається в широких межах 0,10–1,75  $\mu\text{m}$ . Результати вимірювання магнітних характеристик указує на наявність аморфної фази в одержаних осадах, про що свідчить згладжування в інтервалі насичення, яке для сплаву Fe–Co–W є більш вираженим. Виявлено ступінчастий характер насичення намагнічування і розмагнічування сплаву Fe–Co–Mo, що свідчить про наявність в покритті принаймні двох магнітних фаз. Імовірно завдяки цьому коерцитивна сила для покриття Fe–Co–W (70–80 Oe) перевищує показник для Fe–Co–Mo (7–10 Oe), що дозволяє віднести останнє до магнітом’яких матеріалів.



**Рис. 1.** 2D і 3D-карти поверхні підкладки та покриттів. Площа сканування 10  $\mu\text{m}$   $\times$  10  $\mu\text{m}$ .

**Висновки.** Застосування імпульсного електролізу дозволяє одержувати покриття Fe–Co–W і Fe–Co–Mo з широким діапазоном вмісту тугоплавких компонентів та розвинутою поверхнею різної морфології. Електролітичний сплав Fe–Co–W є магнітом’яким матеріалом, що відкриває перспективи його застосування в системах зберігання інформації.

### Література

1. Tsyntsaru N. Modern Trends in Tungsten Alloys Electrodeposition with Iron Group Metals / N. Tsyntsaru, H. Cesiulis, M. Donten et al. *Surface Engineering and Applied Electrochemistry*. 2012, **48**(6), 491.
2. Каракуркчи А.В. Электроосаждение двойных и тройных сплавов железа из цитратных электролитов / А.В. Каракуркчи, М.В. Ведь, Н.Д. Сахненко и др. *Нанотехнологии: Наука и производство*. – 2014. – № 3(30). – С. 24 – 27.
3. Ved' M. V. Functional Properties of Fe–Mo and Fe–Mo–W Galvanic Alloys / M. V. Ved', M. D. Sakhnenko, H. V. Karakurkchi et al. *Material Science*. – 2016. – V. 51, No 5. – pp. 701–710. DOI:10.1007/s11003-016-9893-5.